PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G06F 15/80	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 98/34177**
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. August 1998 (06.08.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00267

(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Januar 1998 (29.01.98)

(30) Prioritätsdaten:
197 03 671.6 31. Januar 1997 (31.01.97) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: TANIGUCHI, Michiaki [JP/DE]; Klenzestrasse 67, D–80469 München (DE). TRESP, Volker [DE/DE]; Kaulbachstrasse 40, D–80539 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD FOR COMBINING OUTPUT SIGNALS OF SEVERAL ESTIMATORS, IN PARTICULAR OF AT LEAST ONE NEURAL NETWORK, INTO A RESULTS SIGNAL DETERMINED BY A GLOBAL ESTIMATOR

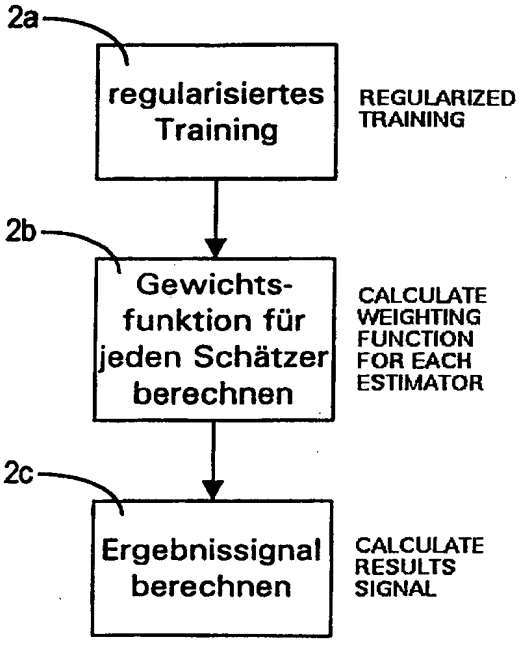
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KOMBINATION VON AUSGANGSSIGNALEN MEHRERER SCHÄTZER, INSBESONDERE VON MINDESTENS EINEM NEURONALEN NETZ, ZU EINEM GESAMTSCHÄTZER ERMITTELTEN ERGEBNISSIGNAL

(57) Abstract

Output signals of individual, computer–assisted statistical estimators (neural networks) are combined into a results signal in a global estimator. To this end, the individual estimators are trained selectively by means of bootstrap data and the weightings of the individual estimators effected in a regularized manner as a contribution to the results signals. Weighting is carried out selectively with "1" or according to the variance of the individual estimator concerned. As a result, significantly better results are achieved for the prediction of numerical values, especially if the amount of training data available is small. Said method can be used for modelling, prognosis and classification by means of neural networks.

(57) Zusammenfassung

Ausgangssignale einzelner rechnergestützter statistischer Schätzer (neuronale Netze) werden zu einem Ergebnissignal in einem Gesamtschätzer zusammengefaßt. Dabei werden die einzelnen Schätzer wahlweise über Bootstrap–Daten trainiert und die Gewichtungen der einzelnen Schätzer als Beitrag zum Ergebnissignal regularisiert vorgenommen. Die Gewichtung erfolgt wahlweise mit "1" oder abhängig von der Varianz des einzelnen Schätzers. Bei der Vorhersage von Zahlenwerten werden somit vor allem bei einer kleinen Menge zur Verfügung stehender Trainingsdaten deutlich bessere Ergebnisse erzielt. Anwendungen: Modellierung, Prognose und Klassifikation mittels neuronaler Netze.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

SDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

Beschreibung

Verfahren zur Kombination von Ausgangssignalen mehrerer Schätzer, insbesondere von mindestens einem neuronalen Netz, zu einem von einem Gesamtschätzer ermittelten Ergebnissignal

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kombination von Ausgangssignalen mehrerer Schätzer, insbesondere von mindestens einem neuronalen Netz, zu einem von einem Gesamtschätzer ermittelten Ergebnissignal.

Bei neuronalen Netzen und anderen rechnergestützten Schätzern, die auf statistischen Verfahren beruhen, ist es zweckmäßig, wenn ein Problem einer Zuordnung von Eingangssignalen zu Ausgangssignalen in eine reduzierte Menge von Zuordnungen aufgeteilt wird.

Es ist bekannt, einen rechnergestützten statistischen Schätzer, also beispielsweise ein neuronales Netz, in mehrere kleinere rechnergestützte statistische Schätzer aufzuteilen und Ausgangssignale dieser vereinfachten Schätzer zu gewichten und in einem Gesamtschätzer zu einem Ergebnissignal zu akkumulieren [1].

Um die Ergebnisse bei der Akkumulierung zu verbessern ist aus [2] bekannt, die Ausgangssignale aller Module, also aller einzelnen Schätzer, zu mitteln, und somit das von einem Gesamtschätzer ermittelte Ergebnissignal zu verbessern.

Hierbei sei angemerkt, daß sich der Begriff des statistischen Schätzers nicht ausschließlich auf künstliche neuronale Netze beschränkt, sondern jedwede Art rechnergestützter Schätzer umfaßt, die auf statistischen Verfahren basieren. Eine Übersicht über rechnergestützte Schätzer, die auf statistischen Verfahren basieren ist in [3] gegeben.

SDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

Eine Regularisation ist aus [6] bekannt. Insbesondere wird darunter das Hinzufügen eines Terms zu einer Fehlerfunktion verstanden. Ein Regularisationsparameter bestimmt dabei das Gewicht des Terms zur Regularisation.

Aus [7] ist ein Verfahren zur rechnergestützten Kombination einer Vielzahl von Schätzern, die auf statistischen Verfahren beruhen, insbesondere von neuronalen Netzen, zu einem Gesamtschätzer bekannt.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die **Aufgabe** zugrunde, bei einer kleinen Menge von Trainingsdaten ein Überlernen der statistischen Schätzer zu verhindern und somit ein von dem Gesamtschätzer ermitteltes Ergebnissignal zu verbessern.

Die Aufgabe wird gemäß der Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst.

Insbesondere ist für die Erfindung von Bedeutung, daß bei dem Training des einzelnen Schätzers, insbesondere des neuronalen Netzes, eine Regularisation vorgenommen wird. Weiterhin werden die Ausgangssignale der einzelnen Schätzer mit je einer Gewichtsfunktion bewertet. Dabei hängt jede Gewichtsfunktion von den Daten, mit denen der jeweilige Schätzer trainiert wird, ab. Der Gesamtschätzer mittelt die Ausgangssignale aller einzelnen Schätzer zu einem Ergebnissignal. Es ist vorteilhaft, daß bei dem Training jedes einzelnen Schätzers die Kostenfunktion minimiert wird, wobei ein vorgebbarer Regularisationsparameter angibt, inwieweit die Varianz des einzelnen Schätzers verringert wird zu Lasten eines zunehmenden Einflusses von Rauschen. Werden die einzelnen Schätzer mit Bootstrapdaten trainiert, erhält man trotz großer Werte des Regularisationsparameters noch große Varianzen. Unter Bootstrapdaten versteht man Daten, die aus der Menge der Originaldaten durch ziehen mit Zurücklegen gewonnen werden. Für eine nähere Betrachtung der Bootstraptechniken kann auf [4] verwiesen werden.

Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, die Gewichtsfunktion für alle Schätzer zu '1' zu setzen. Weiterhin können die einzelnen Schätzer zusätzlich mit Bootstrapdaten trainiert werden.

Auch kann es vorteilhaft sein, in der Gewichtsfunktion die Varianz zu berücksichtigen. Darüber hinaus können auch in diesem Fall die jeweiligen Schätzer mit Bootstrapdaten trainiert werden.

Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren näher dargestellt.

Es zeigen

Fig.1 ein Blockdiagramm, das schematisch eine Anordnung darstellt, die zeigt, wie die Ausgangssignale mehrerer einzelner Schätzer zu einem Ergebnissignal in einem Gesamtschätzer zusammengeführt werden,

Fig.2 ein Ablaufdiagramm, das die einzelnen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt.

In Fig.1 ist dargestellt, wie die Ausgangssignale der einzelnen Schätzer zu einem Ergebnissignal im Gesamtschätzer zusammengeführt werden. Im Folgenden werde angenommen, daß $i=1,2,\ldots,k$ eine Zellvariable für die einzelnen Schätzer ES darstellt. Jeder einzelne Schätzer ES wird durch eine vorgebbare Auswahl von Trainingsdaten x trainiert.

Unter einzelnen Schätzern ES werden in diesem Zusammenhang rechnergestützte statistische Schätzer verstanden, wie beispielsweise neuronale Netze oder jedwede Art anderer Schätzer, die auf statistischen Verfahren beruhen.

ISDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

Algorithmen zum Trainieren statistischer Schätzer sind dem Fachmann bekannt. Eine Übersicht betreffend eine Auswahl von Trainingsalgorithmen ist in [5] gegeben.

Es ist vorgesehen, daß die einzelnen Schätzer ES nicht alle mit denselben Trainingsdaten x trainiert werden, sondern sie können auch jeweils nur mit einem Teil der Trainingsdaten x trainiert werden, wie das beispielsweise bei Bootstrapdaten der Fall ist.

Durch Gewichtsfunktionen h_i werden Ausgangssignale A_i der einzelnen Schätzer ES gewichtet, wobei die jeweilige Gewichtsfunktion a_i von den Daten, mit denen der jeweilige einzelne Schätzer ES trainiert wird, abhängt.

Das vom Gesamtschätzer GS ermittelte Ergebnissignale ERS liegt am Ausgang des Gesamtschätzer GS an und wird wie folgt berechnet:

$$ERS(x) = \frac{1}{n(x)} \sum_{i=1}^{M} h_i(x) f_i(x) \qquad (1),$$

$$\text{mit} \quad n(x) = \sum_{j=1}^{M} h_j(x) \quad \text{und} \quad h_i(x) \geq 0, \ \forall i = 1,2,..,M,$$

wobei

$h_i(x)$ eine Gewichtsfunktion für den jeweiligen Schätzer und

$n(x)$ einen Normalisierungsfaktor

bezeichnen.

Jeder einzelne Schätzer ES wird regularisiert trainiert, um die Kostenfunktion

$$C_i = \sum_{k=1}^{K} \left(y^k - f_i\left(x^k\right)\right)^2 + \lambda \cdot \sum_{j=1}^{J} w_{ij}^2 \qquad (2)$$

ISDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

zu minimieren, wobei

$i=1,2,..,M$	den jeweiligen Schätzer,
$K \subseteq L$	eine Menge von K Trainingsdaten aus einer Menge von L Gesamttrainingsdaten,
y	einen Ausgabewert des jeweiligen Schätzers,
$f_i(x)$	eine Antwort des i-ten Schätzers auf die Eingabe x,
$\lambda \geq 0$	einen Regularisationsparameter,
J	eine Anzahl von Gewichten in dem jeweiligen Schätzer und
$\{w_{ij}^2\}_{j=1}^{J}$	Gewichte des i-ten Schätzers,

bezeichnen.

Die Gewichtsfunktion h_i für jeweils alle Schätzer kann gesetzt werden zu

$$h_i(x) = 1 \tag{3}$$

oder zu

$$h_i(x) = \frac{1}{\mathrm{var}(f_i(x))} \tag{4},$$

wobei var(fi(x)) die Varianz des Schätzers i für eine Eingabe x bezeichnet.

Es ist vorteilhaft, sowohl die nach Gleichung (3) also auch nach Gleichung (4) gewichteten einzelnen Schätzer jeweils mit Bootstrapdaten zu trainieren.

Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Prädiktion von Zahlenfolgen. Eine Menge von vergangenen bekannten Zahlenwerten wird benutzt um einen Schätzer zu trainieren, der entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren unterteilt ist in einzelne Schätzer und einen Gesamtschätzer. Das somit

SDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

trainierte System aus mindestens einem rechnergestützten statistischen Schätzer ist in der Lage, mit einer bestimmten Vorhersagewahrscheinlichkeit den nächsten Wert einer Zahlenfolge vorherzusagen.

Fig.2 zeigt die einzelnen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Schritt 2a wird ein regularisiertes Training vorgenommen, wobei die Kostenfunktion (2) minimiert werden soll. Dazu muß der Regularisationsparameter λ entsprechend der jeweiligen Anwendung eingestellt werden. Im Schritt 2b wird die Gewichtsfunktion für jeden Schätzer berechnet. Als Gewichtsfunktion wird entweder Formel (3) oder Formel (4) verwendet.

Schließlich wird das Ergebnissignal im Schritt 2c gemäß Formel (1) berechnet.

Im Rahmen dieses Dokuments wurden folgende Veröffentlichungen zitiert:

[1] R. Jacobs et al.: Adaptive Mixtures of Local Experts, Neural Computation, Vol.3, Massachusetts Institute of Technology, 1991, S.79-87.

[2] M. Perrone: Improving Regression Estimates: Averaging Methods for Variance Reduction with Extensions to General Convex Measure Optimization, PhD thesis, Brown University, USA, 1993, S.10-21.

[3] J. Hartung et al.: Statistik, Oldenbourg Verlag, 9.Auflage, München 1993, ISBN 3-486-22055-1, S.123-142.

[4] Efron B. and Tibshirani R.: An Introduction to the Bootstrap, Chapman and Hall 1993, S.45-49.

[5] J. Hertz et al.: Introduction to the Theory of Neural Computation, Addison-Wesley Publishing Company 1991, ISBN 0-201-51560-1, S.89-156.

[6] C. M. Bishop: Neural Networks for Pattern Recognition, Clarendon Press, Oxford 1995, ISBN 0-19 853849 9, Kapitel 5.4, Seiten 171-175.

[7] DE 195 26 954 C1

ISDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kombination von Ausgangssignalen mehrerer Schätzer, insbesondere von mindestens einem neuronalen Netz, zu einem von einem Gesamtschätzer ermittelten Ergebnissignal,
 a) bei dem die einzelnen Schätzer als neuronale Netze ausgeführt sind und mit vorgebbaren Daten trainiert werden,
 b) bei dem das Training der Schätzer regularisiert vorgenommen wird,
 c) bei dem das Ausgangssignal jedes einzelnen Schätzers mit einer Gewichtsfunktion bewertet wird,
 d) bei dem jede Gewichtsfunktion von den Daten, mit denen der jeweilige Schätzer trainiert wird, abhängt,
 e) bei dem das Ergebnissignal vom Gesamtschätzer ermittelt wird, indem die Ausgangssignale unter Berücksichtigung der jeweiligen Gewichtsfunktionen gemittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
 bei dem jeder Schätzer regularisiert trainiert wird, um die Kostenfunktion C

$$C_i = \sum_{k=1}^{K} \left(y^k - f_i\left(x^k\right) \right)^2 + \lambda \cdot \sum_{j=1}^{J} w_{ij}^2$$

 zu minimieren, wobei

$i=1,2,..,M$	den jeweiligen Schätzer,
$K \subseteq L$	eine Menge von K Trainingsdaten aus einer Menge von L Gesamttrainingsdaten,
y	einen Ausgabewert des jeweiligen Schätzers,
$f_i(x)$	eine Antwort des i-ten Schätzers auf die Eingabe x,
$\lambda \geq 0$	einen Regularisationsparameter,

SDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

J eine Anzahl von Gewichten in dem jeweiligen Schätzer,

$\left\{w_{ij}^2\right\}_{j=1}^{J}$ Gewichte des i-ten Schätzers,

bezeichnen.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
bei dem sich das Ergebnissignal (ERS) des Gesamtschätzers ergibt aus

$$ERS(x) = \frac{1}{n(x)} \sum_{i=1}^{M} h_i(x)\, f_i(x)$$

$$\text{mit} \quad n(x) = \sum_{j=1}^{M} h_j(x) \quad \text{und} \quad h_i(x) \geq 0,\ \forall i = 1,2,..,M,$$

wobei

$h_i(x)$ eine Gewichtsfunktion für den jeweiligen Schätzer und

$n(x)$ einen Normalisierungsfaktor,

bezeichnen.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
bei dem die Gewichtsfunktion (h) für alle Schätzer gesetzt wird zu

$$h_i(x) = 1,\ \forall i = 1,2,\ldots,M.$$

5. Verfahren nach Anspruch 4,
bei dem die jeweiligen Schätzer mit Bootstrap-Daten trainiert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3,
bei dem die Gewichtsfunktion (h) für alle Schätzer gesetzt wird zu

:NSDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

$$h_i(x) = \frac{1}{\mathrm{var}(f_i(x))}, \quad \forall i = 1,2,\ldots,M,$$

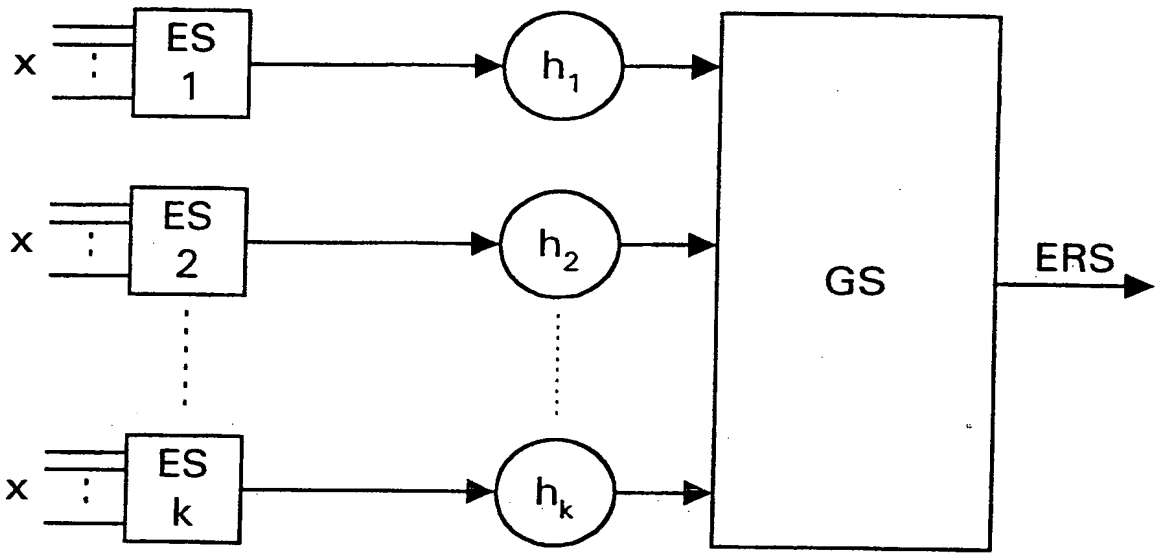
wobei

$\mathrm{var}(f_i(x))$ die Varianz des Schätzers i für eine Eingabe x

bezeichnet.

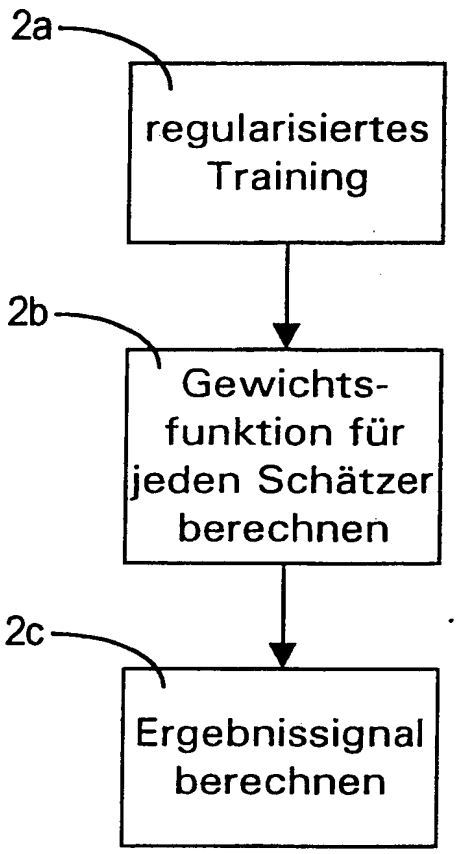
7. Verfahren nach Anspruch 6,
bei dem die jeweiligen Schätzer mit Bootstrap-Daten trainiert werden.

FIG 1



SDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

FIG 2



SDOCID: <WO_____9834177A2_I_>

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/34177
G06F 15/80	A3	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. August 1998 (06.08.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00267

(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Januar 1998 (29.01.98)

(30) Prioritätsdaten:
197 03 671.6 31. Januar 1997 (31.01.97) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: TANIGUCHI, Michiaki [JP/DE]; Klenzestrasse 67, D–80469 München (DE). TRESP, Volker [DE/DE]; Kaulbachstrasse 40, D–80539 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 19. November 1998 (19.11.98)

(54) Title: METHOD FOR COMBINING OUTPUT SIGNALS OF SEVERAL ESTIMATORS, IN PARTICULAR OF AT LEAST ONE NEURAL NETWORK, INTO A RESULTS SIGNAL DETERMINED BY A GLOBAL ESTIMATOR

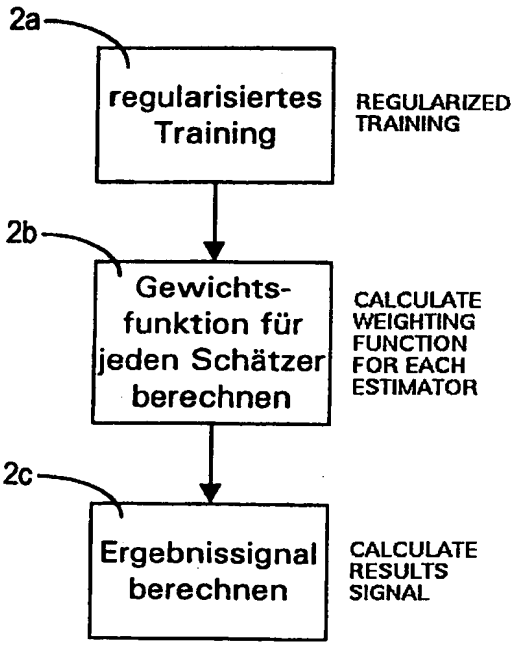
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KOMBINATION VON AUSGANGSSIGNALEN MEHRERER SCHÄTZER, INSBESONDERE VON MINDESTENS EINEM NEURONALEN NETZ, ZU EINEM GESAMTSCHÄTZER ERMITTELTEN ERGEBNISSIGNAL

(57) Abstract

Output signals of individual, computer–assisted statistical estimators (neural networks) are combined into a results signal in a global estimator. To this end, the individual estimators are trained selectively by means of bootstrap data and the weightings of the individual estimators effected in a regularized manner as a contribution to the results signals. Weighting is carried out selectively with "1" or according to the variance of the individual estimator concerned. As a result, significantly better results are achieved for the prediction of numerical values, especially if the amount of training data available is small. Said method can be used for modelling, prognosis and classification by means of neural networks.

(57) Zusammenfassung

Ausgangssignale einzelner rechnergestützter statistischer Schätzer (neuronale Netze) werden zu einem Ergebnissignal in einem Gesamtschätzer zusammengefaßt. Dabei werden die einzelnen Schätzer wahlweise über Bootstrap–Daten trainiert und die Gewichtungen der einzelnen Schätzer als Beitrag zum Ergebnissignal regularisiert vorgenommen. Die Gewichtung erfolgt wahlweise mit "1" oder abhängig von der Varianz des einzelnen Schätzers. Bei der Vorhersage von Zahlenwerten werden somit vor allem bei einer kleinen Menge zur Verfügung stehender Trainingsdaten deutlich bessere Ergebnisse erzielt. Anwendungen: Modellierung, Prognose und Klassifikation mittels neuronaler Netze.



!SDOCID: <WO_____9834177A3_I_>

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

SDOCID: <WO_____9834177A3_I_>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ational Application No
PCT/DE 98/00267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G06F15/80

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 195 26 954 C (SIEMENS AG) 18 April 1996 cited in the application see the whole document ---	1-4,6
Y	BISHOP C: "Neural networks for pattern recognition" 1995 , CLARENDON PRESS , OXFORD , GB XP002072589 cited in the application see page 171, line 28 - page 173, line 5 --- -/--	1-4,6

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publicationdate of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of theinternational search	Date of mailing of the international search report
24 July 1998	05/08/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Schenkels, P

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

ISDOCID: <WO_____9834177A3_I_>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In. ational Application No
PCT/DE 98/00267

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CHEN S: "Regularised OLS algorithm with fast implementation for training multi-output radial basis function networks" PROCEEDINGS OF 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (CONF. PUBL. NO.409), CAMBRIDGE, UK, 26-28 JUNE 1995, ISBN 0-85296-641-5, 1995, LONDON, UK, IEE, UK, pages 290-294, XP002072587 see page 290, left-hand column, line 1 - page 292, left-hand column, line 17 ---	1,2
A	LASENBY J ET AL: "Entropic Volterra classifier (EVC) for use in data classification" ELECTRONICS LETTERS, 6 JAN. 1994, UK, vol. 30, no. 1, ISSN 0013-5194, pages 53-54, XP000424694 see page 54, right-hand column, line 6 - line 13 ---	1,2
A	EDWARDS P J ET AL: "Modelling weight- and input-noise in MLP learning" PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS (ICNN'96), WASHINGTON, DC, USA, 3-6 JUNE 1996, ISBN 0-7803-3210-5, 1996, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 78-83 vol.1, XP002072588 see page 78, line 1 - page 79, line 43 -----	1,2

1

SDOCID: <WO_____9834177A3_I_>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In ational Application No
PCT/DE 98/00267

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19526954 C	18-04-1996	JP 9091144 A	04-04-1997

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

NSDOCID: <WO 9834177A3 I >

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 98/00267

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G06F15/80

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G06F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 195 26 954 C (SIEMENS AG) 18.April 1996 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1-4,6
Y	BISHOP C: "Neural networks for pattern recognition" 1995 , CLARENDON PRESS , OXFORD , GB XP002072589 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 171, Zeile 28 - Seite 173, Zeile 5 --- -/--	1-4,6

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24.Juli 1998	05/08/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Schenkels, P

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

ISDOCID: <WO_____9834177A3_I_>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 98/00267

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CHEN S: "Regularised OLS algorithm with fast implementation for training multi-output radial basis function networks" PROCEEDINGS OF 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (CONF. PUBL. NO.409), CAMBRIDGE, UK, 26-28 JUNE 1995, ISBN 0-85296-641-5, 1995, LONDON, UK, IEE, UK, Seiten 290-294, XP002072587 siehe Seite 290, linke Spalte, Zeile 1 - Seite 292, linke Spalte, Zeile 17 ---	1,2
A	LASENBY J ET AL: "Entropic Volterra classifier (EVC) for use in data classification" ELECTRONICS LETTERS, 6 JAN. 1994, UK, Bd. 30, Nr. 1, ISSN 0013-5194, Seiten 53-54, XP000424694 siehe Seite 54, rechte Spalte, Zeile 6 - Zeile 13 ---	1,2
A	EDWARDS P J ET AL: "Modelling weight- and input-noise in MLP learning" PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS (ICNN'96), WASHINGTON, DC, USA, 3-6 JUNE 1996, ISBN 0-7803-3210-5, 1996, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, Seiten 78-83 vol.1, XP002072588 siehe Seite 78, Zeile 1 - Seite 79, Zeile 43 -----	1,2

1

3NSDOCID: <WO_____9834177A3_I_>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Ir. ationales Aktenzeichen
PCT/DE 98/00267

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19526954 C	18-04-1996	JP 9091144 A	04-04-1997

SDOCID: <WO_____9834177A3_I_>